

Cara uji berat jenis tanah



© BSN 2008

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
Pendahuluan	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Peralatan	2
5 Kalibrasi piknometer	3
6 Benda uji	4
7 Cara pengujian	4
8 Perhitungan dan pelaporan	5
Lampiran A (Normatif) Formulir pengujian berat jenis tanah	7
Lampiran B (Informatif) Contoh formulir pengujian berat jenis tanah	8

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) berjudul *Cara uji berat jenis tanah* merupakan revisi dari SNI 03-1964-1990, *Metode pengujian berat jenis tanah*. Adapun Perbedaan pada edisi revisi meliputi :

- a) Perubahan judul menjadi Cara uji berat jenis tanah..
- b) Ada penambahan materi pada koreksi nilai K dan suhu yang dihubungkan dengan nilai kerapatan relatif air.

Cara uji berat jenis tanah ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis Standardisasi Bidang Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil melalui Sub Panitia Standardisasi Bidang Jalan dan Jembatan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional 08:2007 dan dibahas dalam forum konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 30 Mei 2006, oleh Subpanitia Teknik yang melibatkan narasumber, pakar, asosiasi profesi, pemerintah daerah, dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Penentuan berat jenis tanah dilakukan di laboratorium terhadap contoh tanah yang diambil dari lapangan. Kegunaan hasil uji berat jenis tanah ini dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya.

Standar ini berisikan ruang lingkup, persyaratan peralatan, kalibrasi piknometer, benda uji, cara pengujian, perhitungan dan laporan. Dalam standar ini dilampirkan contoh hasil uji pemeriksaan kadar air lengkap dengan perhitungannya.





Cara uji berat jenis tanah

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan prosedur uji untuk menentukan berat jenis tanah lolos saringan 4,75 mm (No. 4) menggunakan alat piknometer. Apabila tanah mengandung partikel lebih besar saringan 4,75 mm (No. 4), maka bagian yang tertahan saringan 4,75 mm (No. 4) diuji sesuai dengan SNI 03-1969-1990. Apabila tanah merupakan gabungan dari partikel yang lebih besar dan lebih kecil dari saringan 4,75 mm (No. 4), maka contoh tanah harus dipisahkan menggunakan saringan 4,75 mm (No. 4).

Nilai berat jenis tanah yang diperoleh harus dirata-ratakan dari kedua nilai berat jenis tersebut. Apabila nilai berat jenis tanah digunakan dalam perhitungan yang berkaitan dengan pengujian hidrometer (SNI 03-3423-1994), pengujian berat jenis harus dilakukan terhadap tanah lolos saringan 2,00 mm (No. 10).

2 Acuan normatif

SNI 03-1967-1990,	<i>Metode pengujian batas cair dengan alat Cassagrande.</i>
SNI 03-1969-1990,	<i>Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.</i>
SNI 03-1975-1990,	<i>Metode mempersiapkan contoh tanah dan tanah mengandung agregat.</i>
SNI 03-3423-1994,	<i>Metode pengujian analisis ukuran butir tanah dengan alat hidrometer.</i>
SNI 03-6371-2000,	<i>Tata cara pengklasifikasian tanah dengan unifikasi tanah.</i>
SNI 03-6461-2000,	<i>Tata cara pemasangan dan pemantauan pisometer kawat bervibrasi.</i>
SNI 03-6797-2002,	<i>Tata cara klasifikasi tanah dan campuran tanah agregat untuk konstruksi jalan.</i>
AASHTO T 100,	<i>Specific gravity of soils.</i>
AASHTO M 231,	<i>Weighing devices used in the testing of materials.</i>
ASTM E 1,	<i>Specification for ASTM Thermometers.</i>
ASTM Designation: D 854-00,	<i>Specific gravity of soils</i>

3 Istilah dan definisi

3.1

berat jenis

angka perbandingan antara berat isi butir tanah dan berat isi air suling pada temperatur dan volume yang sama

SNI 1964:2008

3.2

berat isi butir

perbandingan antara berat butir tanah dengan volume butir tanah

3.3

berat isi air

perbandingan antara berat air dengan volume air

3.4

contoh uji

contoh tanah lolos saringan 4,75 mm (No. 4) atau saringan 2,00 mm (No. 10)

4 Peralatan

Peralatan yang dipakai dalam pengujian berat jenis tanah terdiri dari:

4.1 Piknometer

Sebuah botol ukur yang mempunyai kapasitas sekurang - kurangnya 100 ml atau botol yang dilengkapi penutup dengan kapasitas sekurang - kurangnya 50 ml (CATATAN 1). Penutup botol harus berukuran dan berbentuk sedemikian rupa, sehingga dapat menutup dengan rapat sampai kedalaman tertentu dibagian leher botol, dan ditengah-tengahnya harus mempunyai lubang kecil untuk mengeluarkan udara dan kelebihan air.

CATATAN 1 Penggunaan botol ukur atau botol yang dilengkapi penutup tergantung keinginan, tetapi umumnya botol ukur harus digunakan untuk contoh yang lebih besar dari pada yang digunakan di dalam botol ukur yang berpenutup. Untuk botol ukur kapasitas 500 ml dipergunakan untuk contoh tanah lempung dengan kadar air asli.

4.2 Saringan

Saringan 4,75 mm (No. 4) dan saringan 2,00 mm (No. 10), dan pan penadah.

4.3 Timbangan

Dua buah timbangan dengan kemampuan baca 0,01 gram dan 0,001 gram.

4.4 Oven pengering

Oven yang dilengkapi dengan alat pengatur temperatur untuk mengeringkan contoh tanah basah sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.

4.5 Alat pendingin

Alat pendingin (desikator) berisi *silica gel*.

4.6 Termometer

Termometer rentang pembacaan 0°C – 50°C dengan kemampuan baca $0,1^{\circ}\text{C}$.

4.7 Bak perendam

Untuk merendam piknometer atau botol ukur sampai temperaturnya tetap.

4.8 Botol

Untuk pengisian air suling ke dalam piknometer atau botol ukur.

4.9 Tungku listrik

Tungku listrik (*hot plate*) yang dilengkapi dengan pelat asbes atau pompa udara (*vaccum pump*) kapasitas 1 – 1,5 HP.

5 Kalibrasi piknometer

Dalam kalibrasi piknometer yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

- a) Piknometer dibersihkan, dikeringkan, ditimbang, dan beratnya dicatat (W_1 gram). Piknometer harus diisi dengan air suling (CATATAN 2) pada temperatur ruang. Berat piknometer dan air suling (W_4), harus ditimbang dan dicatat. Termometer dicelupkan ke dalam air, dan temperatur (T_i) diukur dan dicatat dalam bilangan bulat.

CATATAN 2 Minyak tanah adalah suatu bahan pembasah larutan yang lebih, bila dibandingkan dengan air untuk tanah, dan memungkinkan digunakan sebagai pengganti air suling untuk contoh tanah kering oven.

- b) Berat W_4 ditentukan dari temperatur pengujian T_i yang diamati, suatu tabel dari nilai berat W_4 dipersiapkan untuk satu rangkaian temperatur yang mungkin berlaku ketika berat W_3 ditentukan kemudian (CATATAN 3). Nilai dari W_4 dihitung sebagai berikut :

$$W_4 \text{ (pada } T_x) = \frac{\text{kerapatan air pada } T_x}{\text{kerapatan air pada } T_i} \times (W_4 \text{ (pada } T_i) - W_1) + W_1$$

dengan :

W_4 adalah berat piknometer dan air, dalam gram

W_1 adalah berat piknometer, dalam gram;

T_i adalah temperatur air yang diamati, dalam derajat Celsius; dan

T_x adalah temperatur yang diperlukan/dikehendaki dalam derajat Celsius.

CATATAN 3 Metode ini menyediakan suatu prosedur yang paling baik untuk laboratorium – laboratorium yang melakukan banyak pengujian dengan menggunakan piknometer yang sama, metode ini juga dapat dipakai untuk pengujian tunggal. Piknometer dan isinya pada beberapa temperatur yang direncanakan pada waktu berat W_4 dan W_3 ditimbang. Hal tersebut lebih baik untuk menyiapkan tabel dari berat W_4 untuk beberapa temperatur yang berlaku ketika berat W_3 diambil. Berat W_4 dan W_3 didasarkan pada temperatur air yang sama. Nilai – nilai untuk kerapatan relatif air pada temperatur 18 – 30° C diberikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Hubungan antara kerapatan relatif air dan faktor konversi K dalam temperatur

No.	Temperatur, derajat Celcius	Hubungan kerapatan relatif air	Faktor koreksi K
1.	18	0,9986244	1,0004
2.	19	0,9984347	1,0002
3.	20	0,9982343	1,0000
4.	21	0,9980233	0,9998
5.	22	0,9978019	0,9996
6.	23	0,9975702	0,9993
7.	24	0,9973286	0,9991
8.	25	0,9970770	0,9989
9.	26	0,9968156	0,9986
10.	27	0,9965451	0,9983
11.	28	0,9962652	0,9980
12.	29	0,9959761	0,9977
13.	30	0,9956780	0,9974

6 Benda uji

- Tanah yang digunakan pada uji berat jenis dilakukan terhadap benda uji basah atau benda uji kering oven. Berat dari contoh uji kering oven paling sedikit 25 gram dengan menggunakan botol ukur, dan sedikitnya 10 gram apabila menggunakan botol yang dilengkapi dengan penutupnya.
- Contoh dengan kadar air alamiah – Apabila contoh yang digunakan adalah contoh dengan kadar air alamiah, berat tanah (W_t), pada kondisi kering oven harus ditentukan pada akhir pengujian dengan menguapkan air di dalam oven dengan temperatur $110^\circ \pm 5^\circ\text{C}$ ($230^\circ \pm 9^\circ\text{F}$). Contoh tanah lempung yang mengandung air alamiah harus diuraikan di dalam air suling sebelum dimasukkan dalam botol ukur 500 ml, menggunakan alat pengurai yang sesuai persyaratan SNI 03-3423-1994 (CATATAN 4).
- Contoh tanah kering-oven – Apabila contoh tanah kering oven yang digunakan, contoh harus dikeringkan selama paling kurang 12 jam atau sampai beratnya tetap, dalam sebuah oven dengan temperatur $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ($230^\circ\text{F} \pm 9^\circ\text{F}$), dinginkan pada temperatur ruang, kemudian ditimbang dan dimasukkan ke dalam piknometer. Air suling harus ditambahkan ke dalam piknometer dalam jumlah yang dapat menutupi contoh secara keseluruhan. Contoh harus direndam selama paling kurang 12 jam.
Pengujian berat jenis dilakukan dengan sistem ganda (*duplo*) dan hasilnya dirata-ratakan.

CATATAN 4 Volume minimum campuran yang sudah menyatu dapat dipersiapkan dengan menggunakan peralatan pengurai yang disyaratkan dalam SNI 03-3423-1994, sehingga botol ukur 50 ml diperlukan sebagai piknometer.

7 Cara pengujian

Urutan pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

- Keringkan benda uji dalam oven pada temperatur $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ($230^\circ\text{F} \pm 9^\circ\text{F}$) selama 24 jam, setelah itu dinginkan dalam desikator;

- b) Cuci piknometer atau botol ukur dengan air suling, kemudian dikeringkan dan selanjutnya timbang (W_1 gram);
- c) Masukkan benda uji ke dalam piknometer atau botol ukur yang digunakan, kemudian timbang (W_2 gram);
- d) Tambahkan air suling ke dalam piknometer atau botol ukur yang berisi benda uji, sehingga piknometer atau botol ukur terisi duapertiganya;
- e) Untuk benda uji yang mengandung lempung diamkan benda uji terendam selama 24 jam atau lebih;
- f) Panaskan piknometer atau botol ukur yang berisi rendaman benda uji dengan hati-hati selama 10 menit atau lebih sehingga udara dalam benda uji ke luar seluruhnya. Untuk mempercepat proses pengeluaran udara, piknometer atau botol ukur dapat dimiringkan sekali-kali;
- g) Pengeluaran udara dapat dilakukan dengan pompa hampa udara, dengan tekanan 13,33 kpa (100 mm Hg);
- h) Rendamlah piknometer atau botol ukur dalam bak perendam, sampai temperaturnya tetap. Tambahkan air suling secukupnya sampai penuh. Keringkan bagian luarnya, lalu timbang (W_3 gram);
- i) Ukur temperatur isi piknometer atau botol ukur, untuk mendapatkan faktor koreksi (K);
- j) Bila isi piknometer atau botol ukur belum diketahui, isinya ditentukan sebagai berikut :
 - Kosongkan dan bersihkan piknometer atau botol ukur yang akan digunakan;
 - Isi piknometer atau botol ukur dengan air suling yang temperaturnya sama, kemudian keringkan dan timbang (W_4 gram).

8 Perhitungan dan pelaporan

- a) Hitung berat jenis tanah berdasarkan temperatur air, T_x sebagai berikut :

$$\frac{\text{Berat Jenis, } T_x}{(20^\circ\text{C})} = \frac{W_t}{[W_t + (W_4 - W_3)]}$$

dengan :

W_t	Adalah	Berat contoh tanah kering oven, dalam gram.
W_4	adalah	Berat piknometer berisi air pada temperatur T_x (CATATAN 5), dalam gram.
W_3	adalah	Berat piknometer berisi air dan tanah pada temperatur T_x , dalam gram, dan
T_x	adalah	Temperatur air dalam piknometer ketika berat W_3 ditentukan, dalam derajat Celcius.

CATATAN 5 Nilai ini harus diambil dari tabel nilai W_4 , dipersiapkan berdasarkan pasal 5.b), untuk temperatur yang berlaku pada waktu berat W_3 diambil.

- b) Sebaliknya jika tidak diperlukan, nilai berat jenis yang dilaporkan harus didasari air pada temperatur 20°C . Nilai yang didasari air pada temperatur 20°C harus dihitung dari nilai air pada temperatur yang diamati T_x , sebagai berikut :

$$\frac{\text{Berat Jenis, } T_x}{(20^\circ\text{C})} = \frac{K \times \text{Berat Jenis, } T_x}{T_x}$$

dengan :

K Adalah Suatu angka diperoleh dengan membandingkan kerapatan relatif air pada temperatur T_x dengan kerapatan relatif air pada temperatur 20°C . Nilai untuk temperatur dapat dilihat dalam Tabel 1.

c) Berat jenis rata – rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$G_s (\text{rata – rata}) = \frac{1}{\frac{R_1}{100 G_{s1}} + \frac{P_1}{100 G_{s2}}}$$

dengan :

G_s (rata – rata) adalah Berat jenis rata – rata tanah yang mengandung ukuran butir lebih besar dan lebih kecil dari saringan 4,75 mm (No. 4).
 R_1 adalah Persen tanah tertahan saringan 4,75 mm (No. 4).
 P_1 adalah Persen tanah lolos saringan 4,75 mm (No. 4).
 G_{s1} adalah Berat jenis butir tanah tertahan saringan 4,75 mm (No. 4) yang ditentukan menurut standar konsep SNI tentang metode pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat kasar SNI 03-1969-1990.
 G_{s2} adalah Berat jenis butir tanah lolos saringan 4,75 mm (No. 4) yang ditentukan sesuai dengan prosedur pengujian ini.

- d) Apabila diperlukan untuk melaporkan nilai berat jenis tanah berdasarkan temperatur air 4°C , nilai berat jenis dapat dihitung dengan mengalikan berat jenis pada temperatur T_x dengan kerapatan relatif air pada temperatur T_x .
- e) Apabila sebagian contoh tanah asli dihilangkan dalam persiapan contoh uji, bagian yang telah dilakukan pengujian harus dilaporkan.
- f) Apabila menggunakan botol ukur untuk menentukan berat jenis, laporkan hasilnya sekurang - kurangnya sampai 2 (dua) desimal.
- g) Apabila menggunakan piknometer untuk menentukan berat jenis, laporkan hasilnya sekurang - kurangnya sampai 3 (tiga) desimal.

Lampiran A (Normatif)

Contoh formulir pengujian berat jenis tanah

Pekerjaan	:	Tanggal	:
Lokasi	:	Dikerjakan	:
Jenis tanah	:	Diperiksa	:
No. Contoh	:		

Pengujian berat jenis

Nomor contoh dan kedalaman	
Nomor piknometer	
Berat piknometer + contoh W_2 (gram)	
Berat piknometer W_1 (gram)	
Berat tanah $W_t = W_2 - W_1$ (gram)	
Temperatur °C	
Berat piknometer + air + tanah pada temperatur 20 °C W_3 (gram)	
Berat piknometer + air pada 20 °C W_4 (gram)	
$W_5 = W_t + W_4$ (gram)	
Isi tanah $W_5 - W_3$ (cm³)	
Berat jenis (G_s) $\frac{W_t}{W_5 - W_3}$ 	
Rata – rata	

Diperiksa

Penguji

Lampiran B
(Informatif)

Contoh pengujian berat jenis tanah

Pekerjaan : Peningkatan jalan
Lokasi : Demak – Godong
Jenis tanah : Lempung lanauan
No Contoh : B1/T2 (2,0 -2,40 m)

Tanggal : 12 September 2003
Dikerjakan : Deni H
Diperiksa : Sumarno

Pengujian berat jenis

Nomor contoh dan kedalaman			BM. 1 – TB 5 / 8,00 – 8,50 m	
Nomor piknometer			C 1	A 6
Berat piknometer + contoh	W_2	(gram)	60,960	67,440
Berat piknometer	W_1	(gram)	42,170	51,150
Berat tanah	$W_t = W_2 - W_1$	(gram)	18,790	16,290
Temperatur °C			20	
Berat piknometer+air+tanah pada temperatur 20 °C	W_3	(gram)	159,060	157,320
Berat piknometer + air pada 20 °C	W_4	(gram)	147,510	147,240
$W_5 = W_t + W_4$		(gram)	166,300	163,530
Isi tanah	$W_5 - W_3$	(cm ³)	7,240	6,210
Berat jenis (G_s)	$\frac{W_t}{W_5 - W_3}$		2,600	2,620
Rata – rata			2,610	

Bandung 12 September 2003

Diperiksa



Sumarno

Penguji



Deni. H





BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id